

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ АЭРОДРОМНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОДУШНЫХ СУДОВ СЖИЖЕННЫМ ГАЗОВЫМИ (АСКТ) И КРИОГЕННЫМ (СПГ) ТОПЛИВОМ

**Докладчик: генеральный директор ЗАО «НПП Криосервис»
Ленский Анатолий Борисович**

CRYOSERVICE

research and production enterprise



научно-производственное предприятие

КРИОСЕРВИС

143903, Московская область, г. Балашиха, ул. Пушкинская,
д.7, стр. 1. Телефон/факс: +7 (495) 529-0136; 521-9643
E-mail: cryoservice@list.ru, www.cryoservice.ru

Научно-производственное предприятие Криосервис (ЗАО «НПП Криосервис»), основанное в 1992 году, специализируется в области криогенной и вакуумной техники:

- в разработке проектной документации на установки по производству и хранению сжиженных газов;

- по монтажу, наладке и пуску в эксплуатацию криогенного и вакуумного оборудования;
- в изготовлении, поставке оборудования и монтажу криогенных резервуаров, в том числе плоскодонных объемом 400–6000 м³ для хранения жидких азота, сжиженного природного газа, кислорода, аргона;
- в проведении экспертизы промышленной безопасности проектной документации, а также технических устройств с выдачей заключения о продлении срока эксплуатации.

НПП Криосервис имеет необходимые свидетельства СРО о допуске к проектным и строительным работам, а также государственные лицензии Ростехнадзора, Роскосмоса РФ и Госгорпромнадзора Украины и Казахстана на право выполнения указанных работ

НПП Криосервис готово к широкому сотрудничеству с заказчиками и инвесторами, заинтересованными в новых проектах в области криогенной и вакуумной техники.



ПОЛУПРИЦЕП-ЦИСТЕРНЫ ДЛЯ
ПЕРЕВОЗКИ СЖИЖЕННОГО
НЕФТЯНОГО ГАЗА





**ТОПЛИВОЗАПРАВЩИКИ
АЭРОДРОМНЫЕ**

КОНТЕЙНЕР-ЦИСТЕРНА КЦ-52/1,8 ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ



КОНТЕЙНЕР-ЦИСТЕРНА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ НЕОХЛАЖДЕННЫХ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ МОДЕЛЕЙ КЦ-25/1,8F, КЦ-25/1,8С-НС



АВТОЦИСТЕРНА СЖИЖЕННОГО ГАЗА (пропан) ТИПА АЦЖГ



ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ЦИСТЕРНА ДЛЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА МОДЕЛИ 15-147У



КОНТЕЙНЕР-ПЕРЕВОЗЧИК СПГ ФИРМЫ CHART



ТРАНСПОРТИРОВЩИК-ЗАПРАВЩИК СПГ



ТРАНСПОРТИРОВКА СПГ



а



б

Контейнер-цистерна КЦМ-25/1,6 на автомобиле
(а) и железнодорожной платформе (б)

ТРАНСПОРТИРОВЩИК КРИОГЕННЫЙ





Автомобильная цистерна для хранения СПГ
объемом 30 м³

ТРАНСПОРТИРОВКА СПГ НПО ГЕЛИЙМАШ



ПЕРЕДВИЖНОЙ ГАЗОЗАПРАВЩИК СПГ ОАО КРИОГЕНМАШ



ЗАПРАВКА СПГ ГАЗОТУРБОВОЗА (НИКТИД) г. Коломна



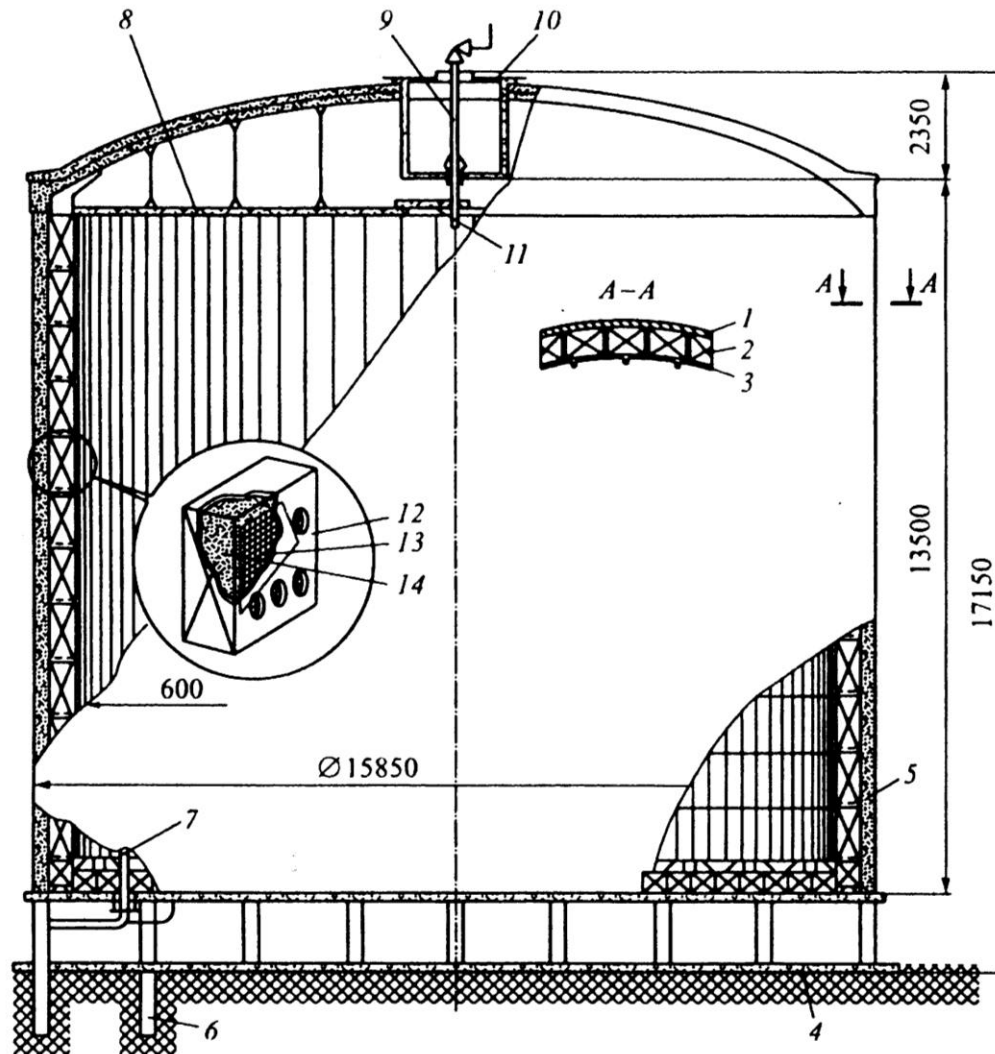
ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ КРИОГЕННЫЙ РЕЗЕРВУАР – ХРАНИЛИЩЕ НА АГНС



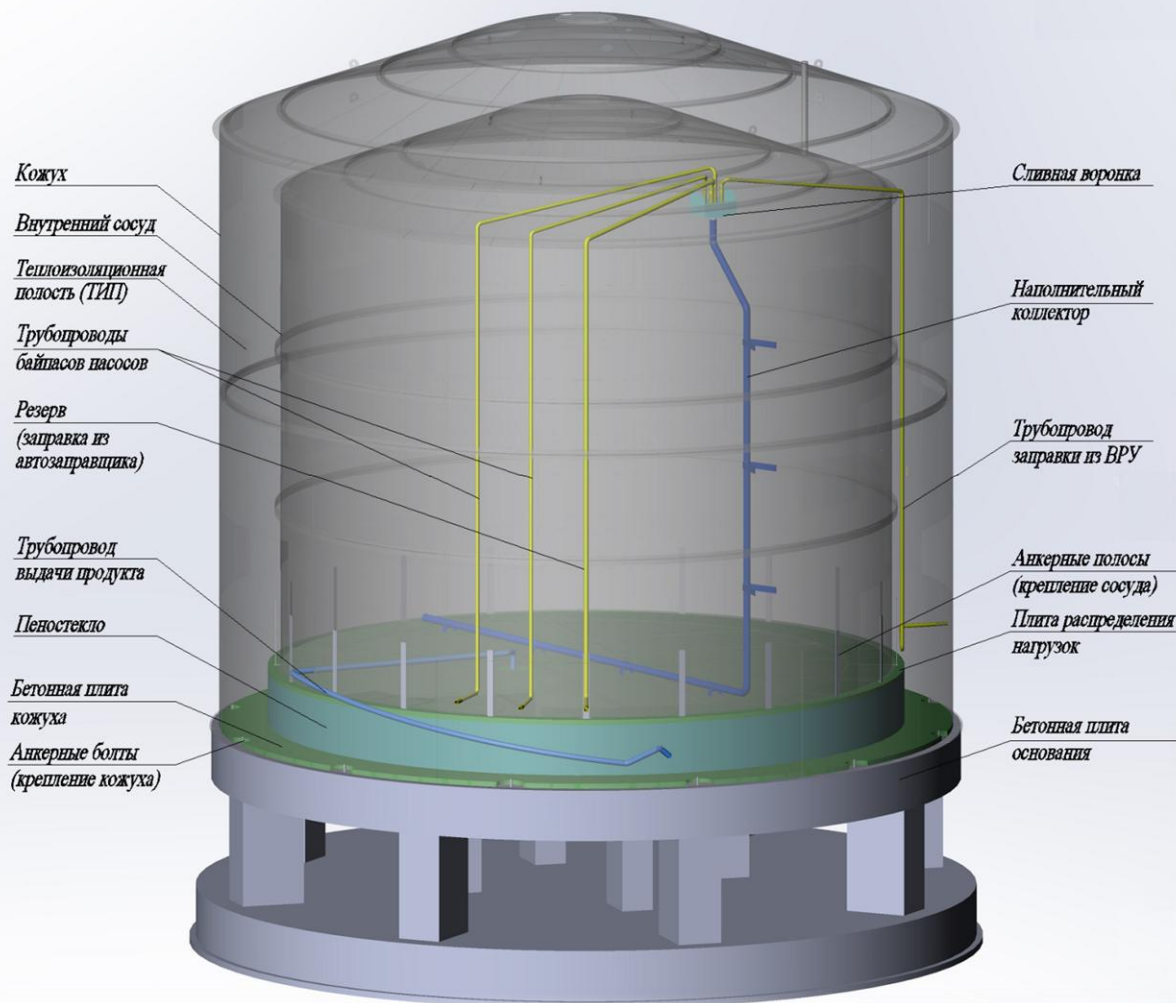
КРИОГЕННЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ РС-1400/5



МЕМБРАНЫЙ РЕЗЕРВУАР (ФИРМА «ГАЗ ТРАНСПОРТ», ФРАНЦИЯ) ВМЕСТИМОСТЬЮ 2000 М³ СПГ



ПЛОСКОДОННЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ КРИОГЕННЫЕ типа РВК до 6000 м³ ЗАО «НПП КРИОСЕРВИС»



РЕЗЕРВУАРЫ РВК ИМЕЮТ ВСЮ НЕОБХОДИМУЮ РАЗРЕШИТЕЛЬНУЮ ДОКУМЕНТАЦИЮ

**РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ**
(обязательная сертификация)

№ **C-RU.MM04.B.00639** ТР **1000650**
(номер сертификата соответствия) (учетный номер бланка)

ЗАЯВИТЕЛЬ ЗАО «НПП Криосервис». Адрес: 115054, г. Москва, 1-й Монетчиковский пер., д. 3, (информация о месте производства) стр. 1. ОГРН: 1027700420703. Телефон +7 (495) 940-79-55, факс (495) 529-01-36. ИНН: 7705171030

ИЗГОТОВИТЕЛЬ ЗАО «НПП Криосервис». (информация о месте нахождения изготовителя продукции) Адрес: 115054, г. Москва, 1-й Монетчиковский пер., д. 3, стр. 1. ОГРН: 1027700420703. Телефон +7 (495) 940-79-55, факс (495) 529-01-36. ИНН 7705171030

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ ООО «НПЦ СТАНДАРТ И КАЧЕСТВО». 115114, г. Москва, Дербеневская наб. д. 11, помещение 49, тел. (495) 777-80-28, факс (495) 777-80-28, E-mail zakaz@nic-ki.ru. ОГРН: 1097746679535. Аттестат рег. № РОСС RU.0001.11MM04 выдан 13.04.2010г. Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

ПОДТВЕРЖДАЕТ, ЧТО ПРОДУКЦИЯ Резервуары криогенные типа РВК СТУ 3642-005-47416966-2010 (информация об объекте сертификации, наименование сертификата, объект). Серийный выпуск.

код ОК 005 (ОКП) 36 4230
код ЕКПС
код ТН ВЭД России

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ «О безопасности машин и ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА оборудования» (Постановление (ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ) Правительства Российской Федерации от 15 сентября 2009 г. № 753). ГОСТ 12.2.003-91
(информация о техническом регламенте (технических регламентов), на соответствие требованиям которого (качество) производится сертификация)

ПРОВЕДЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ Протокол сертификационных испытаний № 5083 от 10.05.2012 (испытания) и ИЗМЕРЕНИЯ г. Испытательный центр ООО «АКАДЕМСИБ», рег. № РОСС RU.0001.21AB09 от 01.08.2011, адрес: 630024, Новосибирская обл., г. Новосибирск, ул. Бетонная, д. 14

ПРЕДСТАВЛЕННЫЕ ДОКУМЕНТЫ Сертификат системы менеджмента качества ISO 9001:2008 № РОСС RU 3253.04ЦТ/СМК.00546 от 26.04.2011 г., выданный ОС «ЦЕНТРОСТРОЙЭКСПЕРТИЗА-ТЕСТ». (информация о документах, подтверждающих соответствие продукции требованиям технического регламента (технических регламентов), на соответствие требованиям которого (качество) производится сертификация) Схема сертификации: 3с.

СРОК ДЕЙСТВИЯ СЕРТИФИКАТА СООТВЕТСТВИЯ с 10.05.2012 по 09.05.2017

Руководитель (заместитель руководителя) органа по сертификации П.П. Филатчев (подпись, инициалы, фамилия)
Эксперт (эксперты) Б.П. Чумаков (подпись, инициалы, фамилия)


**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ**

РАЗРЕШЕНИЕ № РРС 00-045032

На применение

Оборудование (техническое устройство, материал): Трубопроводы криогенные с устройствами вакуумными предохранительными и портами для вакуумирования по ТУ 3642-007-47416966-2010.

Код ОКП (ТН ВЭД): 36 4250.

Изготовитель (поставщик): Закрытое акционерное общество "Научно-производственное предприятие Криосервис" (Москва, 1-й Монетчиковский пер., 3, стр. 1).

Основание выдачи разрешения: Техническая документация, заключение экспертизы промышленной безопасности ЗАО "ЭНПЦ "Диагностика и Контроль" № 14-ТУ-(НХ)1614-2011.

Условия применения:

1. Обеспечение соответствия поставляемого оборудования требованиям промышленной безопасности Российской Федерации.
2. Применение поставляемого оборудования на опасных производственных объектах, связанных с обращением взрывопожароопасных и химически опасных веществ, в соответствии с условиями, ограничениями и требованиями технической документации.

Срок действия разрешения до 16.09.2016

Дата выдачи 16.09.2011

Заместитель руководителя С.Г. Радинова



А В 069389

**РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ**
(обязательная сертификация)

№ **C-RU.MM04.B.00117** ТР **1000112**
(номер сертификата соответствия) (учетный номер бланка)

ЗАЯВИТЕЛЬ ЗАО «НПП Криосервис». Адрес: 115054, г. Москва, 1-й Монетчиковский пер., д. 3, (информация о месте производства) стр. 1. ОГРН: 1027700420703. Телефон +7 (495) 940-79-55, факс (495) 529-01-36. ИНН: 7705171030

ИЗГОТОВИТЕЛЬ ЗАО «НПП Криосервис». Адрес: 115054, г. Москва, 1-й Монетчиковский пер., д. 3, стр. 1. ОГРН: 1027700420703. Телефон +7 (495) 940-79-55, факс (495) 529-01-36. ИНН: 7705171030

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ ООО «НПЦ СТАНДАРТ И КАЧЕСТВО». 115114, г. Москва, Дербеневская наб. д. 11, помещение 49, тел. (495) 668-05-59, факс (495) 668-05-55, E-mail zakaz@nic-ki.ru. ОГРН: 1097746679535. Аттестат рег. № РОСС RU.0001.11MM04 выдан Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

ПОДТВЕРЖДАЕТ, ЧТО ПРОДУКЦИЯ Испарители атмосферные ТУ 3642-008-47416966-2011. (информация об объекте сертификации, наименование сертификата, объект). Серийный выпуск.

код ОК 005 (ОКП) 36 4260
код ЕКПС
код ТН ВЭД России

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ «О безопасности машин и ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА оборудования» (Постановление (ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ) Правительства РФ от 15.09.2009 N 753); ГОСТ 12.2.003-91; ГОСТ 12.2.052-81
(информация о техническом регламенте (технических регламентов), на соответствие требованиям которого (качество) производится сертификация)

ПРОВЕДЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ Протокол сертификационных испытаний № 4392 от (испытания) и ИЗМЕРЕНИЯ 31.01.2012г. Испытательный центр ООО «АКАДЕМСИБ», рег. № РОСС RU.0001.21AB09 от 01.08.2011, адрес: 630024, Новосибирская обл., г. Новосибирск, ул. Бетонная, д. 14

ПРЕДСТАВЛЕННЫЕ ДОКУМЕНТЫ (информация о документах, подтверждающих соответствие продукции требованиям технического регламента (технических регламентов))

СРОК ДЕЙСТВИЯ СЕРТИФИКАТА СООТВЕТСТВИЯ с 14.02.2012 по 13.02.2017

Руководитель (заместитель руководителя) органа по сертификации А.А. Шитов (подпись, инициалы, фамилия)
Эксперт (эксперты) Б.П. Чумаков (подпись, инициалы, фамилия)

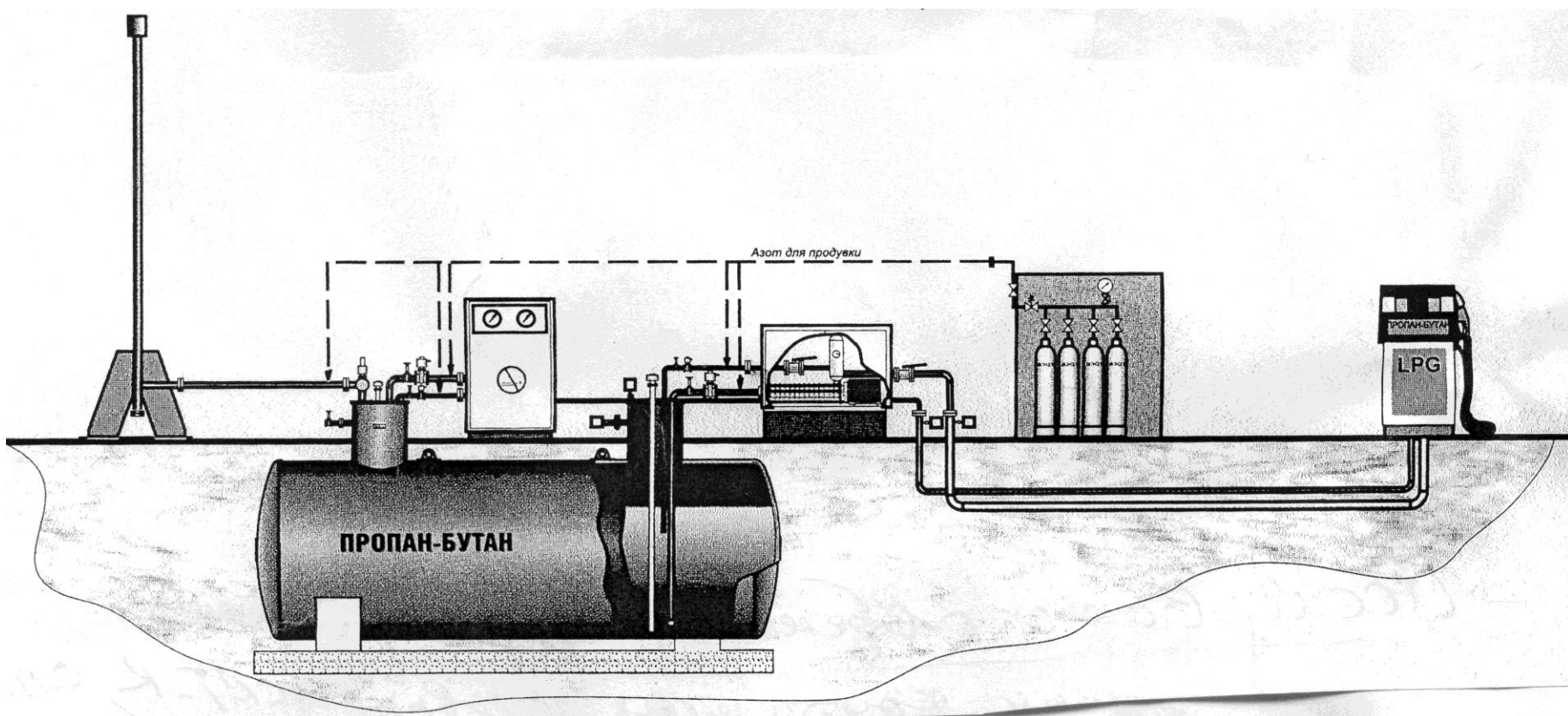
ЗАПРАВКА ПЛОСКОДОННОГО КРИОГЕННОГО РЕЗЕРВУАРА СЖИЖЕННЫМ ГАЗОМ



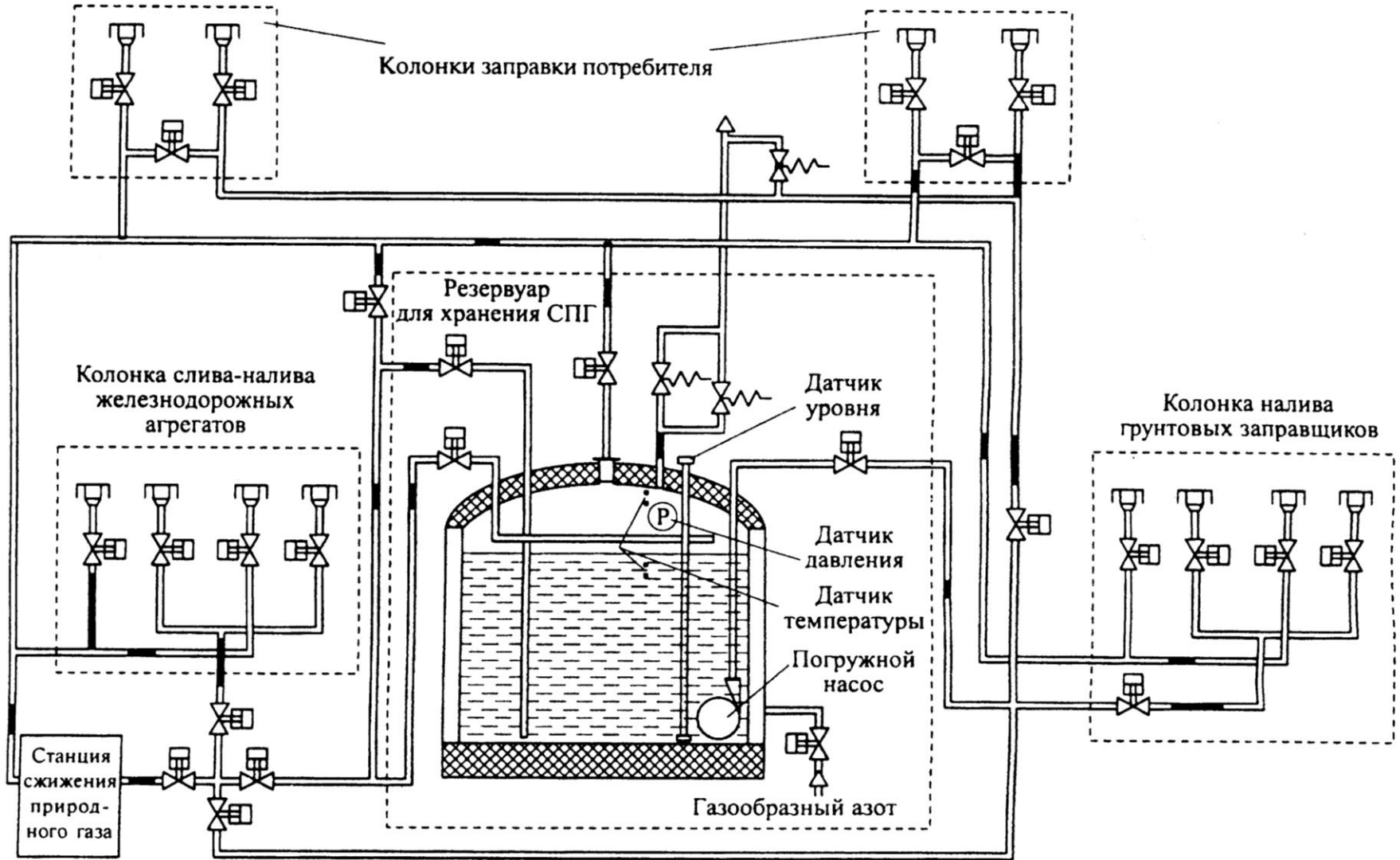
КОМПЛЕКС ДЛЯ ХРАНЕНИЯ КРИОГЕННЫХ ГАЗОВ



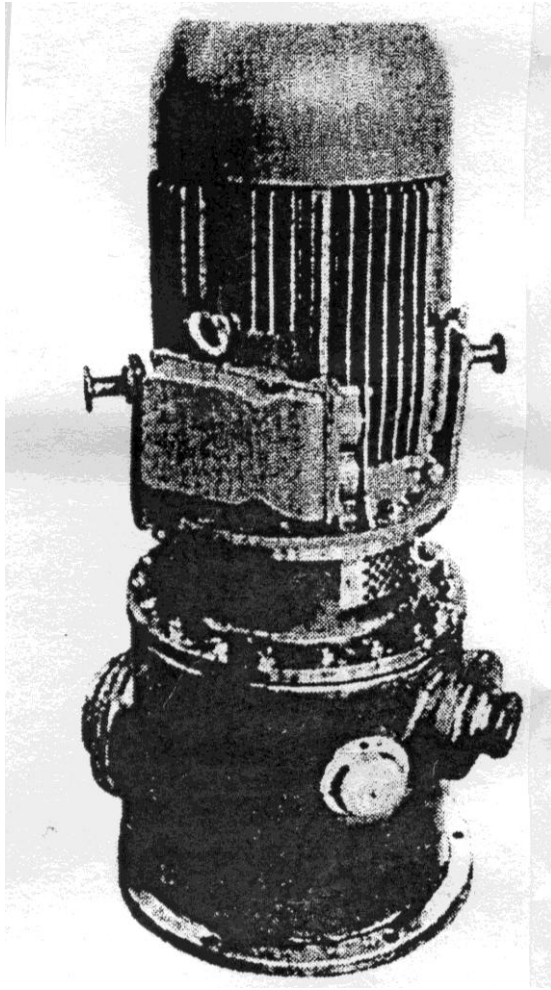
КОНСТРУКЦИЯ ХРАНЕНИЯ И ВЫДАЧИ АСКТ



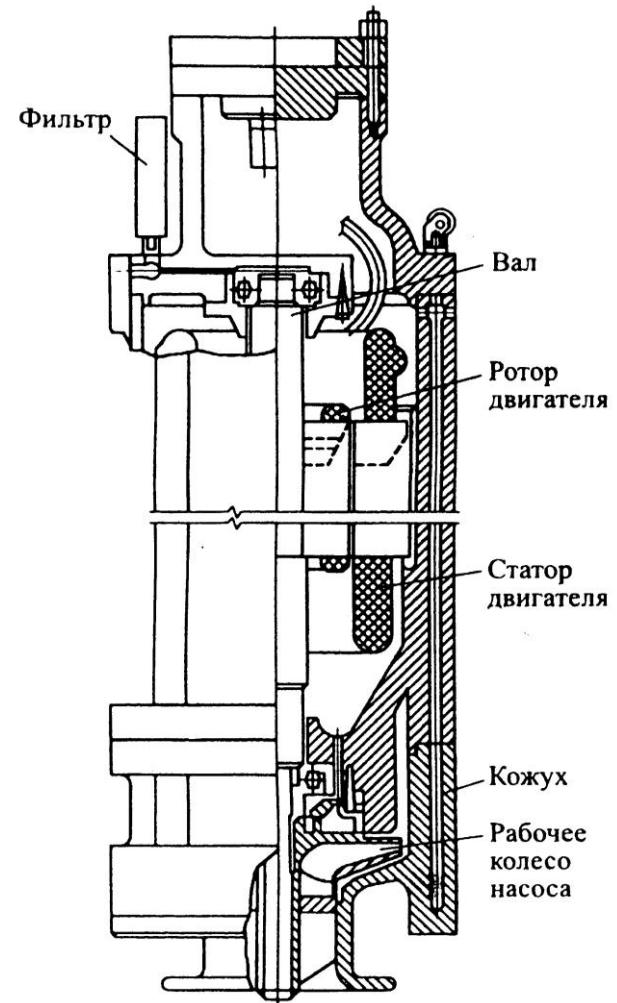
Принципиальная схема хранения и заправки СПГ с изотермическим резервуаром



НАСОСЫ ГАЗОВЫЕ

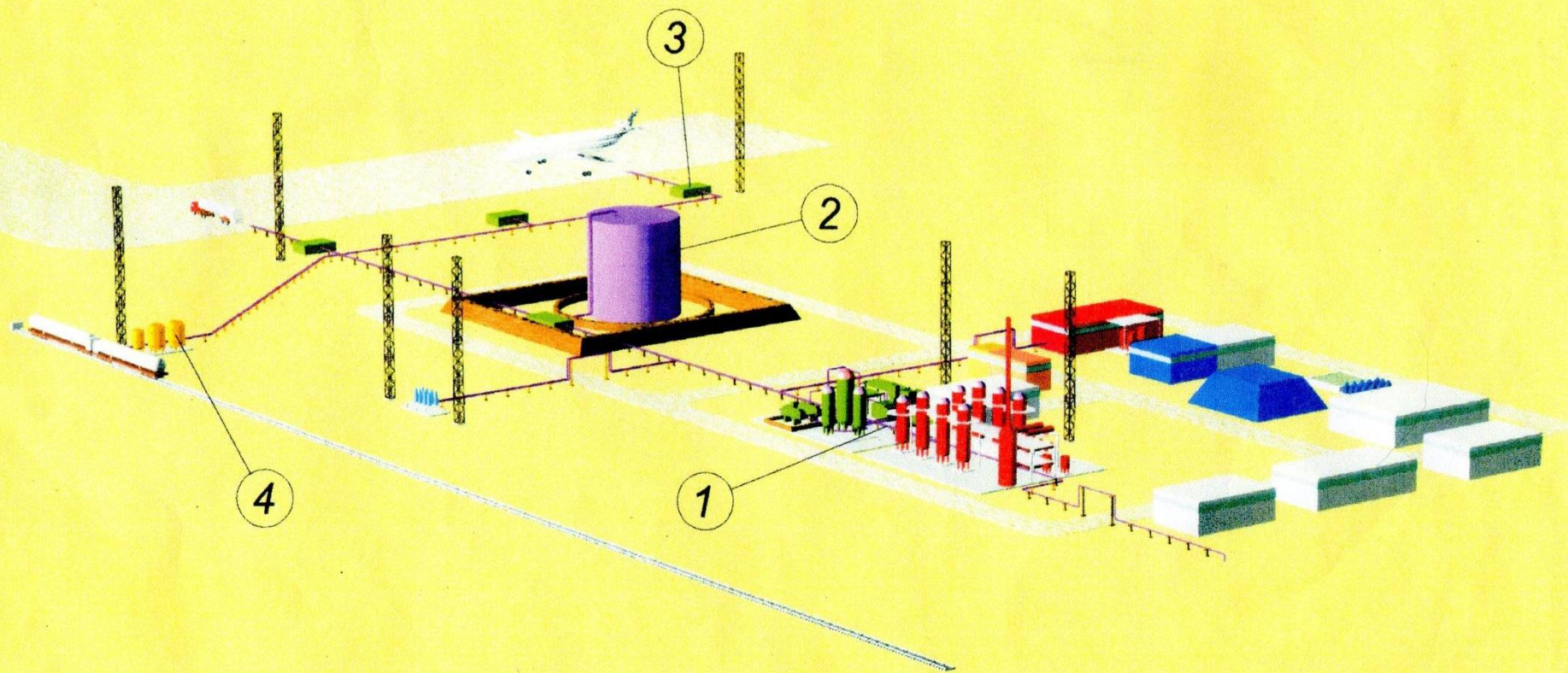


Выносной электронасос



Погружной электронасос

АЭРОДРОМНЫЙ КРИОГЕННЫЙ КОМПЛЕКС СПГ 10-12 т/ч

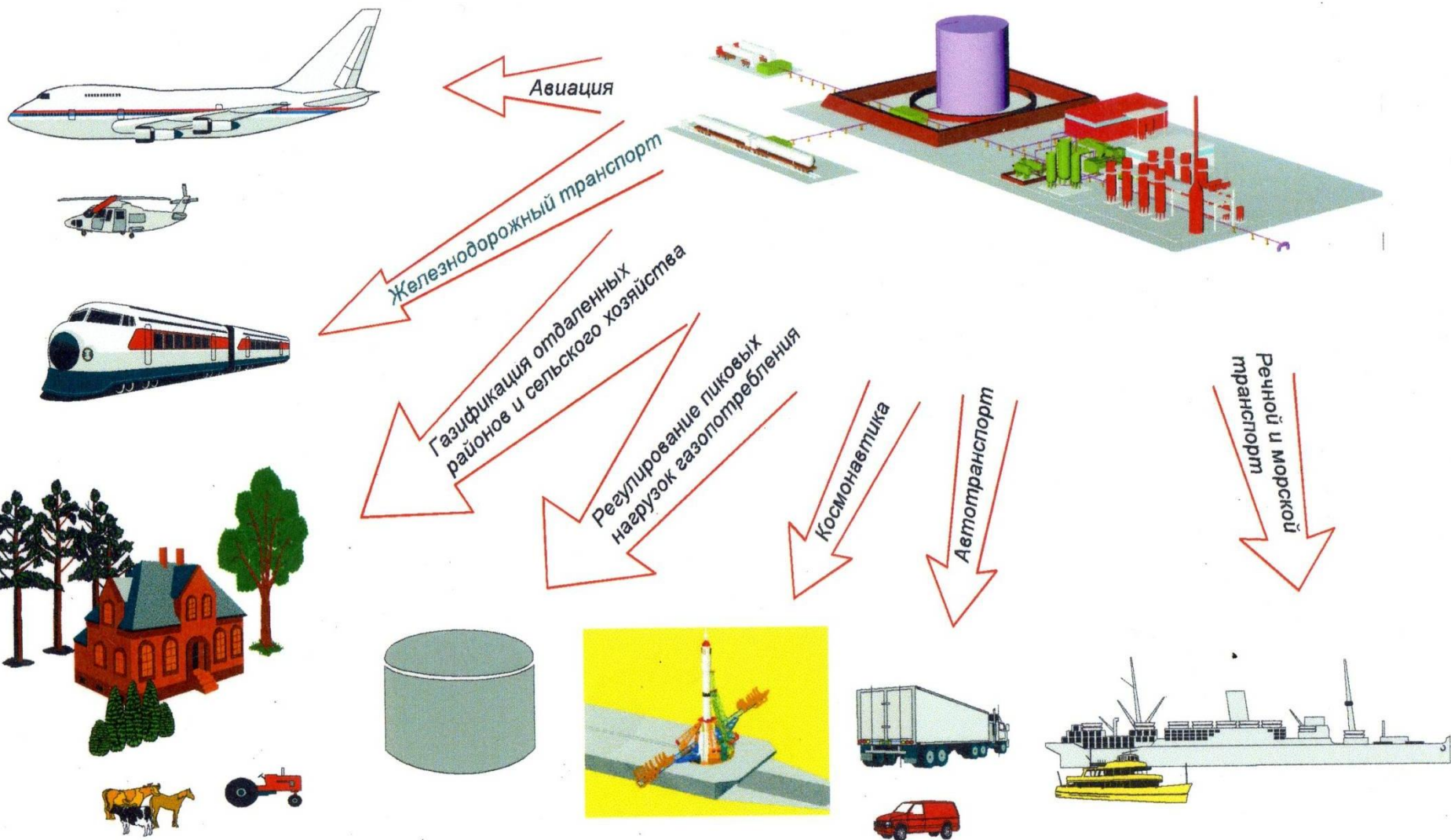


- 1 - завод по производству СПГ
- 2 - хранилище-накопитель СПГ
- 3 - оборудование стационарной заправки самолетов
- 4 - оборудование выдачи СПГ сторонним потребителям

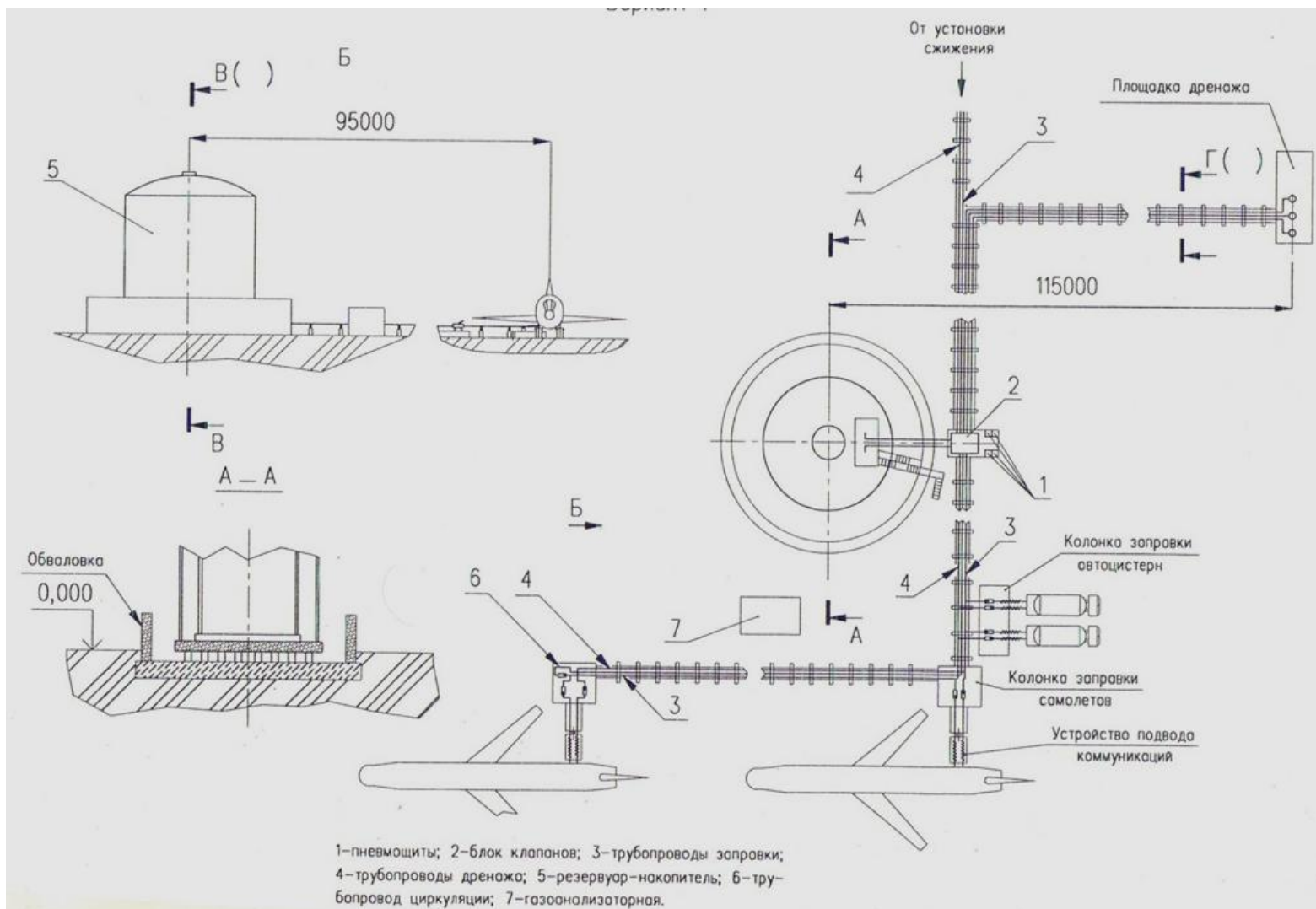
АЭРОДРОМНЫЙ ЗАПРАВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС СПГ 10-12 т/ч



ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СПГ



СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ И ЗАПРАВКИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ СПГ



КОМПЛЕКС ПОЛУЧЕНИЯ СПГ 3 т/ч

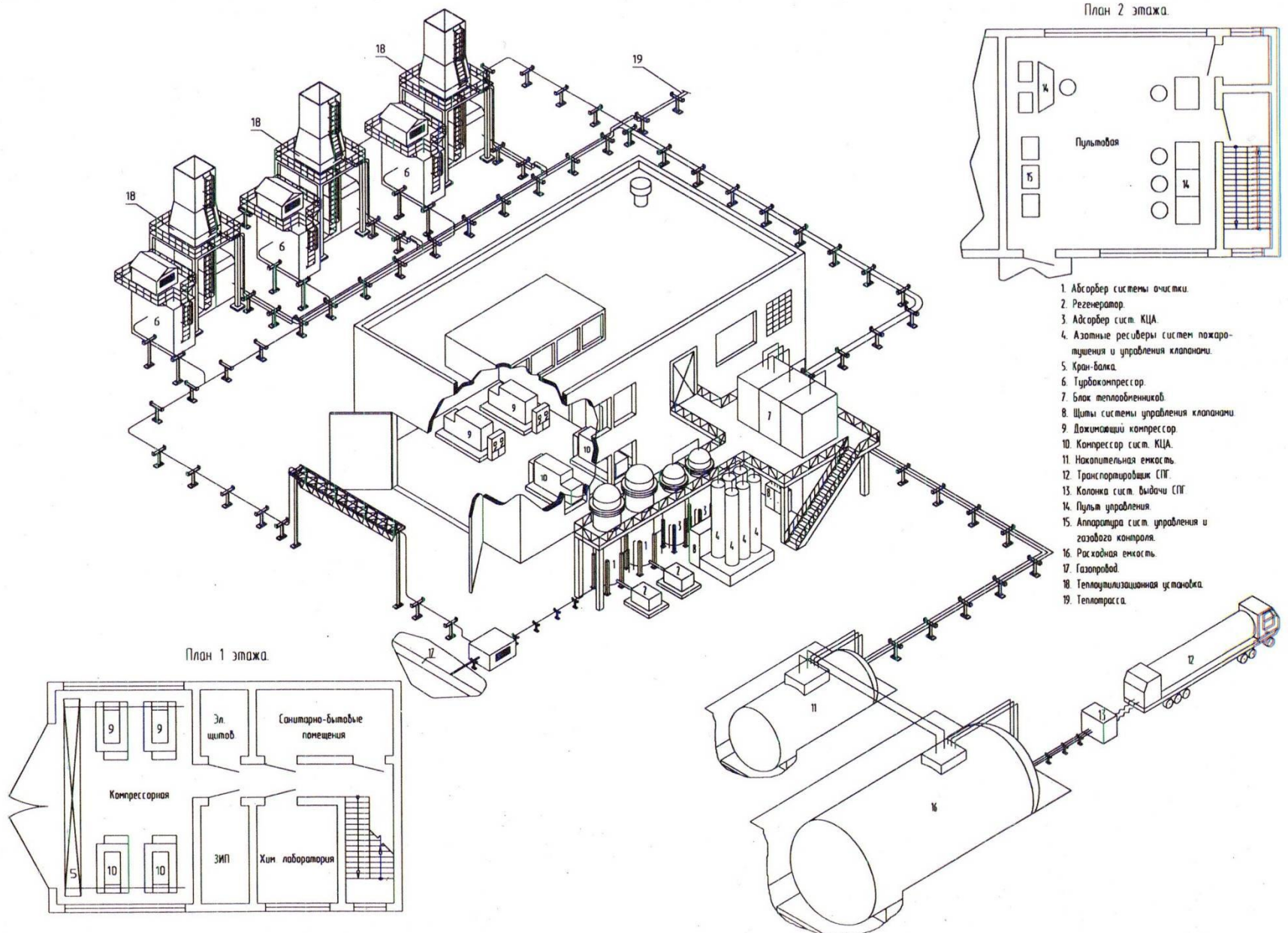
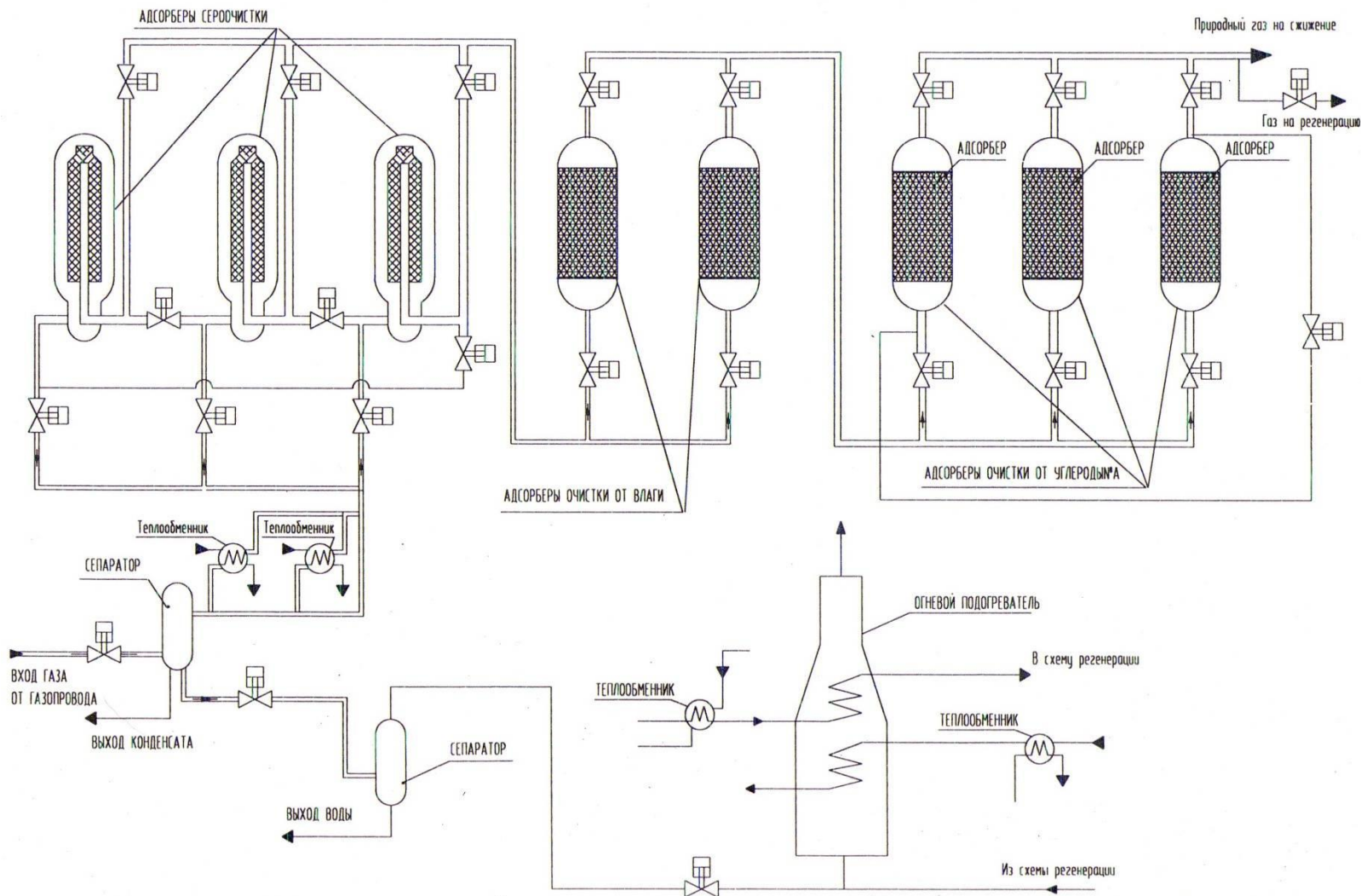


СХЕМА ОЧИСТКИ И ОСУШКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА



УСТАНОВКА ПОЛУЧЕНИЯ СПГ 1 Т/Ч НПФ ЭКИП (Моск. обл. АГНКС-1)



ЗАПРАВКА АВТОМОБИЛЯ И ТРАКТОРА МТЗ-82 СЖИЖЕННЫМ ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ



УСТАНОВКА ПОЛУЧЕНИЯ СПГ 3 Т/Ч Газпром (Екатеринбург, ГРС-4.)



Расчеты показали, что стоимость 1 тонны СПГ находится в пределах 8,5-13,4 тыс. руб. (при цене природного газа 3 тыс. руб. за тыс. м³), а АСКТ в пределах 10-12 тыс. руб.

Ориентировочная стоимость дооборудования регионального аэропорта для эксплуатации летательных аппаратов на АСКТ составляет порядка 150-200 млн рублей, в то время как на СПГ с учетом малой установки производства СПГ – 300-350 млн рублей.

СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ И ВЫДАЧИ ВОДОРОДА



В итоге можно констатировать:

Авиационное сконденсированное нефтяное топливо (АСКТ) и сжиженный природный газ (СПГ) являются альтернативными топливами для авиации ближайшего будущего. Эти горючие позволят ликвидировать дефицит авиационного топлива, снизить стоимость перевозок, улучшить экологическую обстановку, особенно в районах аэропортов, повысив в то же время технологические и тактические характеристики летательных аппаратов.

По своим техническим характеристикам (удельный вес, температура жидкого состояния, условия эксплуатации, условия хранения, большая близость к традиционному авиакеросину и др.)

СПГ имеет существенно более широкую сырьевую базу, лучшие экологические показатели при горении. Технические характеристики этих топлив существенно различаются, они имеют и различную производственную базу.

АСКТ выпускается как топливо уже в настоящее время и может обеспечить эксплуатацию вертолетов сейчас, в то время как СПГ в России может обеспечить сейчас только экспериментальные полеты по ограниченному маршруту.

Внедрение АСКТ в авиации требует разработки (доработки) значительно меньшего количества агрегатов и систем, чем внедрение СПГ.

Расчеты показали, что стоимость 1 тонны СПГ находится в пределах 8,5-13,4 тыс. руб. (при цене природного газа 3 тыс. руб. за тыс. м³), а АСКТ в пределах 10-12 тыс. руб.

Ориентировочная стоимость дооборудования регионального аэропорта для эксплуатации летательных аппаратов на АСКТ составляет порядка 150-200 млн рублей, в то время как на СПГ с учетом малой установки производства СПГ – 300-350 млн рублей.

Основные элементы оборудования наземной инфраструктуры аэродромов для их дооснащения освоены производством. На их базе может быть создана аэродромная инфраструктура газовой и криогенной авиации.

Проведенные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы и опыт эксплуатации сжиженных углеводородных газов и сжиженного природного газа в различных отраслях хозяйства, в том числе в авиации, показал, что в настоящее время создана научно-производственная и инженерная база, позволяющая осуществить работы по созданию аэродромного обеспечения АСКТ и СПГ различного назначения на стадии опытно-конструкторских работ со значительным экономическим и техническим эффектом.

ЗАО «Научно-производственное предприятие Криосервис» готово возглавлять эти работы в качестве головного предприятия.

Известно, что наиболее эффективным горючим, позволяющим получить уникальные технические характеристики летательных аппаратов, является жидкий водород и в первую очередь, в военной авиации.

Наше предприятие имеет огромный опыт создания и эксплуатации жидководородных криогенных заправочных систем ракетно-космических стартовых комплексов, особенно на комплексе «Энергия-Буран».

Мы предлагали в этом и следующем году провести НИР по исследованию аэродромной инфраструктуры, проблемных вопросов и технологий безопасного обеспечения жидким водородом воздушных судов с использованием опыта внедрения жидкого водорода в ракетно-космическую технику и ранее проведенных НИР.

Однако, нам стало известно, что такая работа не входит в планы заказчика и финансирование на нее не предусмотрено.

Считаем это серьезной ошибкой. Уникальный опыт работ с жидким водородом не должен пропасть.

- проведен анализ общих и индивидуальных особенностей при использовании СПГ и АСКТ, как топлива в авиации, включая транспортировку, переливы, хранение топлив на аэродроме, заправку ЛА, а для СПГ и его производстве в условиях аэродрома;
- определены основные факторы опасности, которые следует учитывать при внедрении этих топлив в авиацию с целью обеспечения безопасности работ;
- разработаны и предложены меры пожаровзрывобезопасности на всех стадиях обеспечения аэродромов и заправки летательных аппаратов этими топливами;
- рассмотрены нормативные документы по безопасности при работах с СУГ и СПГ в промышленности и коммунально-бытовом секторе с целью определения возможности их использования в авиации;
- проведен анализ статистических данных, имевших место нештатных ситуаций и аварий систем по СУГ и СПГ. На базе этих данных разработаны принципы обеспечения промышленной безопасности рассматриваемых систем; разработана технология безаварийной заправки летательных аппаратов АСКТ и СПГ, включая подготовку резервуаров и баков к заправке;
- предложены средства профилактики и пожаровзрывопредупреждения, средства пожаротушения, сделаны выводы и даны соответствующие рекомендации;

- проведен анализ причин изменения компонентного состава СПГ в процессе использования его в качестве авиационного топлива, рассмотрены возможные фазовые превращения углеводородных компонентов и примесей в жидком метане;
- разработаны предложения по эксплуатации криогенных систем при использовании СПГ в условиях аэродромного заправочного комплекса.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОПЛИВ

Наименование	Водород	Метан	Пропан	Керосин (ТС-1)
1	2	3	4	5
1. Химическая формула	H ₂	CH ₄	C ₃ H ₈	
2. Состояние при нормальных условиях	Горючий бесцветный газ		Горючая жидкость	
3. Плотность при нормальных условиях, кг/м ³	0,0838	0,7168	1,870	775
4. Теплота сгорания, МДж/кг:				
низшая	119,93	50,02	46,35	43,28
высшая	141,86	55,53	50,41	46,47
5. Коэффициент диффузии паров горючего в воздухе при нормальных условиях, 10 ⁻⁶ м ² /с	63,4	22,7	11,7	5,29
6. Температура самовоспламенения, К	783	815	743	485
7. Минимальная энергия воспламенения в воздухе, мДж	0,018	0,30	0,25	0,2-0,25
8. Концентрационные пределы распространения пламени в воздухе, % об.	4,12-75	5,28-14,1	2,2-9,5	1,5-7,7
9. Стехиометрический коэффициент, кг воздуха на кг горючего	34,25	17,16	15,6	14,73
10. Максимальная нормальная скорость распространения пламени, см/с	259	34	39	39
11. Максимальное давление взрыва, кПа	730	706	843	580
12. Температура пламени в воздухе, К	2318	2148	2385	2399

Минимальные расстояния от резервуаров с АСКТ до зданий и сооружений аэродрома должно быть (по нормам для газоразливочных станций) приведены в таблице 5.3:

Таблица 5.3

При объеме резервуаров	От наземных резервуаров, м	От подземных резервуаров, м	От сливной эстакады (ж.д. цистерны), м
до 500 м ³	300	100	200
до 1000 м ³	300	150	300
свыше 1000 м ³ до 2000 м ³	400	150	-
свыше 2000 м ³ до 8000 м ³	500	200	-

Расстояние от резервуаров АСКТ и станций промышленных предприятий – в таблице 5.4.

Таблица 5.4

Здания и сооружения	Расстояние от резервуаров, м	
	наземных	подземных
Здание насосно-компрессорного отделения	15	10
Ж.д. пути для слива (налива) (до ближайшего рельса)	20	15
Заправочные колонки автоцистерны	30	20
Котельные, мастерские, склады, пожарная насосная станция	50	30
Трансформаторная подстанция	90	45
Здания, контора и т.п. без огневых процессов	30	30
Автомобильные дороги внутренние	10	10

Минимальные расстояния от резервуаров, входящих в состав объектов производства и потребления СПГ для различных объемов хранения и избыточного давления, до зданий и сооружений, не относящихся к ним, предлагается принимать в соответствии с таблицами 7.2-7.4 [134].

Таблица 7.2

Наименование объектов, не относящихся к комплексу СПГ	Минимальные расстояния от резервуара, м (при объемах хранения, м ³)											
	с избыточным давлением 0,02 МПа						с избыточным давлением 0,2 МПа					
	8	16	25	50	63	100	8	16	25	50	63	100
Жилые, общественные и торговые здания	43 (15)	44 (16)	45 (18)	48 (23)	50 (25)	60 (30)	49 (21)	53 (30)	55 (35)	66 (38)	73 (40)	87 (50)
Производственные, складские и административно-бытовые здания, сооружения и строения промышленных и сельскохозяйственных организаций	20 (15)	22 (15)	25 (16)	27 (18)	30 (18)	35 (20)	25 (18)	27 (20)	30 (22)	35 (28)	37 (30)	45 (35)
Гаражи и открытые стоянки автомобилей	43 (15)	44 (16)	45 (18)	48 (23)	50 (25)	60 (30)	49 (21)	53 (30)	55 (35)	66 (38)	73 (40)	87 (50)
Железные дороги общей сети и автомобильные дороги общей сети: I, II и III категорий	20 (15)	22 (15)	25 (16)	27 (18)	30 (18)	35 (20)	25 (18)	27 (20)	30 (22)	35 (28)	37 (30)	45 (35)

Таблица 7.3

Наименование объектов, не относящихся к комплексу СПГ	Минимальные расстояния от резервуара, м (при объемах хранения, м ³)											
	с избыточным давлением 0,4 МПа						с избыточным давлением 0,6 МПа					
	8	16	25	50	63	100	8	16	25	50	63	100
Жилые, общественные и торговые здания	62 (26)	71 (33)	78 (35)	93 (40)	97 (45)	106 (56)	70 (30)	77 (35)	83 (40)	97 (45)	100 (50)	117 (60)
Производственные, складские и административно-бытовые здания, сооружения и строения промышленных и сельскохозяйственных организаций	30 (20)	35 (25)	38 (27)	45 (32)	47 (35)	55 (40)	35 (20)	40 (25)	45 (30)	50 (35)	55 (38)	60 (45)
Гаражи и открытые стоянки автомобилей	62 (26)	71 (33)	78 (35)	93 (40)	97 (45)	106 (56)	70 (30)	77 (35)	83 (40)	97 (45)	100 (50)	117 (60)
Железные дороги общей сети и автомобильные дороги общей сети: I, II и III категорий	30 (20)	35 (25)	38 (27)	45 (32)	47 (35)	55 (40)	35 (20)	40 (25)	45 (30)	50 (35)	55 (38)	60 (45)

• **ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Авиационное сконденсированное нефтяное топливо (АСКТ) и сжиженный природный газ (СПГ) являются эффективными альтернативными топливами для авиации ближайшего будущего.

Эти топлива, особенно СПГ, имеют достаточную сырьевую базу, позволят существенно снизить стоимость авиатоплива, ликвидировать его дефицит, улучшить экологическую обстановку, повысив, в то же время, технические и тактические характеристики летательных аппаратов.

При этом АСКТ целесообразно внедрить как топливо для вертолетов и малой авиации, а СПГ в федеральную и региональную авиацию.

2. На первых этапах внедрения АСКТ в авиацию необходимо руководствоваться отработанными руководящими документами по эксплуатации сжиженных нефтяных газов ПБ 12-609-03 и ПБ 12-527-03. [65, 66], а сжиженных природных газов ВНТБ 51-1-88, ПБ 8-342-00 (Гостехнадзор), ВРД 32-1-10-054 [67,68,69] , а также иностранными источниками.

В дальнейшем на основании этих документов, полученного опыта и правил безопасности, существующих на аэродромах применительно к традиционным топливам, а также специфики аэродромного хозяйства следует создать соответствующие руководящие документы применительно к аэродромам.

- **3.** Опасность эксплуатации систем, использующих АСКТ и СПГ, как топлив определяется, в основном пожаровзрывоопасностью этих топлив, включающих в себя температуру воспламенения и самовоспламенения, горения, минимальную энергию зажигания, максимальную энергию взрыва, категорию взрывоопасной среды.
- **4.** Для оценки риска аварии следует использовать методику, включающую в себя статистические данные, инженерную методику и теорию вероятности с выявлением конкретного фактора опасности. Она (оценка риска) используется для определения степени опасности риска при работе оборудования и создания предупредительных мер по предупреждению риска или его снижения.
 - При оценке риска следует учитывать такие показатели, как совокупность последовательных событий, приводящих к авариям, вероятность событий и принятие альтернативных мер по обеспечению безопасности.
- **5.** Анализ статистических данных, полученных при эксплуатации СУГ в коммунально-бытовом секторе экономики и на автомобильном транспорте, а также при эксплуатации СПГ, показал, что при внедрении сжиженного нефтяного и природного газа в авиацию опасность представляют неконтролируемые утечки газа и смешение его с воздухом, а также проливы жидкого продукта и его испарение в атмосферу в любом месте его технологической подготовки и заправки летательных аппаратов.

- **6.** Статистика аварий систем СУГ и СПГ показывает, что количество аварий при использовании СУГ потенциально превышает количество аварий при использовании СПГ, хотя этому имеются объяснения.
- Вероятность потенциальных отказов систем СУГ по резервуарам составляет $8,3 \cdot 10^{-5}$ в год, а по разрывам трубопроводов $1 \cdot 10^{-5} \div 3,2 \cdot 10^{-5}$ в год.
- АСКТ горит лишь тогда, когда его концентрация в воздухе составляет от 1,5 до 9,5 % об., а СПГ, когда его концентрация составляет в воздухе от 5 до 15% об.
- При разгерметизации СПГ быстро улетучивается, в месте прорыва газовой магистрали и неплотности стыков и возгорание не происходит. Природный, газ не токсичен, но в закрытом помещении может вызвать удушье.
- **7.** Основными причинами пожаров и взрывов являются превышения давления в резервуарах СУГ и проливы горючего через неплотности оборудования как для СУГ, так и СПГ при наличии инициатора пожара

- 8.** Анализ физических свойств АСКТ и СПГ показал, что в части пожаробезопасности эти топлива более стойкие, чем авиационный керосин.
 - Методы тушения пожаров, отработанные в течение многих лет при эксплуатации газовых автомобильных заправочных станций и на промышленных объектах, использующих СУГ, могут быть применены и к АСКТ. С целью нераспространения пожаров рекомендуется орошение водой рядом стоящего оборудования и сооружений.
- 9.** Безопасность эксплуатации хранилищ требует гарантированного обеспечения целостности резервуара и его обвязки, грамотного оснащения его системами измерения и сигнализации, включая указатели предельных положений уровня жидкости, блокирующими его перелив, оснащение системы контроля и регулирования давления, обеспечение сброса паров из резервуара, гарантированного выполнения технологии эксплуатации.
- 10.** К основным мероприятиям по обеспечению безопасности относятся мероприятия, направленные на поддержание герметичности оборудования всех технологических систем комплекса.
- 11.** Важным условием безопасности является гарантированное предотвращение пролива (разлива) жидкого горючего на большой площади, исключение случайных внешних воздействий на оборудование, сокращение возможной поверхности пролива и интенсивности испарения. Сброс паров топлив из систем должен осуществляться строго в положенном месте.

•**12.** С целью минимизации потерь, оборудование должно располагаться на относительно безопасном расстоянии друг от друга, с сохранением конструктивной устойчивости в течение времени полного выгорания расчетного объема разлившейся жидкости, но не менее 2 часов, с расчетом на климатические и другие воздействия.

- Для интенсивности рассеивания испаряющейся жидкости, а также защиты близлежащего оборудования, следует использовать водяные завесы.

•**13.** В работе рассмотрено возможное внезапное испарение жидкости нижнего слоя СПГ в резервуаре, находящейся в состоянии перегрева по отношению к давлению в паровой подушке резервуара (ролловер) и даны рекомендации по его исключению.

•**14.** Анализ приборного обеспечения на первой станции внедрения АСКТ и СПГ в авиацию показал, что для АСКТ могут использоваться приборы, применяемые для СУГ в промышленности, коммунально-бытовом секторе и автомобильном газовом хозяйстве, а для СПГ, освоенные для криогенных комплексов в ракетно-космической технике, в том числе для водорода, а также, созданные за рубежом.

•**15.** В связи с отсутствием данных о безопасных расстояниях между сооружениями и оборудованием в границах аэродрома, в материалах отчета даны некоторые предложения по этому вопросу, разработанные на основании руководящих материалов по СУГ и СПГ, применительно к другим объектам.

•16. Серьезной проблемой, возникающей при внедрении СПГ в авиационную технику (и другие отрасли), является изменение кондиции сжиженного природного газа при его хранении в резервуарах на аэродромах в связи с вскипанием из топлива легкокипящих фракций. В работе приведена характеристика примесей СПГ, представляющих опасность при эксплуатации технологических систем применительно к аэродромному комплексу, определены вероятные источники и причины изменения компонентного состава СПГ при длительном хранении продукта, проведен обзор данных по растворимости углеводородов и примесей в жидком метане с анализом результатов.

- Проведен расчетный анализ возможного изменения качественного состава криогенного топлива на всех стадиях его эксплуатации от завода-изготовителя топлива до бака летательного аппарата. Даны соответствующие рекомендации по безопасной эксплуатации оборудования и сохранению кондиции продукта, в том числе о возможности применения азота в качестве газа для наддува и возможной фильтрации топлива.

- Фильтрация должна производиться:
- - при заполнении транспортных средств на заводе-производителе горючего;
- - при сливе криогенного горючего в хранилище заправочного комплекса;
- - при заправке баков потребителя.

- 17.** В работе обоснованы и даны рекомендации по безопасной технологии эксплуатации систем с использованием АСКТ и СПГ в условиях авиационного заправочного комплекса на всех стадиях эксплуатаций топлив, включая подготовку оборудования к безопасной заправке.
- 18.** На основе анализа свойств компонентов и примесей в СПГ и первых опытных данных по эксплуатации автозаправщиков для жидкого метана, применительно к системам хранения и заправки его в изделия, может быть реализован вариант проведения заполнения криогенных систем сжиженным газом непосредственно после подготовки резервуаров (баков воздушных судов) газообразным азотом, т.е. без последующей замены инертной среды на природный газ. Исключение этой промежуточной операции упрощает технологию эксплуатации криогенных систем комплекса. Обоснованность такого решения подтверждено опытным путем.
- 19.** С целью обеспечения стабильности и сохранности компонентного состава СПГ рекомендуется во всех резервуарах и системах комплекса поддерживать избыточное давление в пределах 0,01 – 0,02 МПа (не ниже). По этой же причине для наддува емкостей целесообразно применять регазифицированный СПГ, что исключит применение газообразного азота, имеющего значительную растворимость в жидком метане.

•**20.** При разработке конструкции заправщиков, емкостей хранилища, автоцистерн и других криогенных резервуаров целесообразно предусмотреть возможность осуществления периодического перемешивания горючего с целью предотвращения расслоения СПГ. Оно может осуществляться с помощью струйных сопел, насосов или барботажем газа. С этой целью при заполнении продукта может быть использован последовательно верхний и нижний залив топлива.

•**21.** Одним из технологических приемов для поддержания требуемого качества СПГ или доведения его до нормальных показателей служит отстаивание горючего в емкостях хранилища или в специально выделенных для этой цели резервуарах с хорошей теплоизоляцией. Этот прием приемлем для СПГ, так как практически все примеси отвержденных газов и жидкостей, присутствующих в топливе, имеют значительно большую плотность по сравнению с основным компонентом — метаном.

- **22.** При разработке технологической схемы заправочного комплекса целесообразно рассмотреть возможность охлаждения горючего до температуры 95 – 100 К с целью выделения твердой фазы растворенных в нем примесей и углеродных компонентов (C_4 и выше). Наличие жидкого азота на комплексе позволяет использовать его для этой цели, а установка фильтра обеспечит задержание выделившейся твердой фазы. Кроме этого, применение охлажденного СПГ позволит получить однофазную жидкость при заправке и практически исключить парение продукта при заправке самолета. При наличии на аэродроме жидкого азота или установки сжижения природного газа получение охлажденного СПГ не составит проблем.
- **23.** Проведенные научно-исследовательские работы и опыт эксплуатации СУГ и СПГ в различных отраслях хозяйства, в том числе в авиации показали, что в настоящее время создана научно-техническая и инженерная база, позволяющая осуществить работы по созданию аэродромного обеспечения АСКТ и СПГ, аэродромов различного назначения в стадии ОКР со значительным экономическим и техническим эффектом. Необходимые НИР и руководящие документы применительно к аэродромам можно подготовить параллельно с проведением опытно-конструкторских работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- **1** В результате выявления и обобщения общих и индивидуальных нормативных актов по безопасности применительно к СУГ, АСКТ и СПГ при внедрении их в авиацию установлено, что в настоящее время нормативно-технической документации по безопасности применительно к аэродромному обеспечению этими топливами летательных аппаратов, включая транспортировку, перелив, хранение и заправку ЛА не имеется.
- Однако, руководящие документы, созданные и отработанные в промышленности, коммунально-бытовом секторе и автомобильном хозяйстве (СУГ) и по использованию СПГ за рубежом и первые опыты использования СПГ в России, позволяют уже в настоящее время применить их с соответствующей корректировкой при проведении опытно-конструкторских работ по внедрению АСКТ и СПГ в авиацию.
- Параллельно с этим, на базе имеющихся данных должна создаваться и отрабатываться нормативно-техническая документация по безопасности применения этих топлив в авиации с учетом общих требований к аэродромному обеспечению.
-

- **2** Анализ развития пожаров при горении АСКТ и СПГ, условий и причин их образования доказал, что с точки зрения пожаровзрывоопасности, сжиженные нефтяные и газовые топлива более безопасны, чем традиционные авиационные нефтяные.
- Технология взрывопожаропредупреждения и тушения пожаров СУГ и СПГ разработана. Показано, что для тушения небольших очагов открытого пламени АСКТ и СПГ следует применять стационарные или передвижные установки порошкового и пенного пожаротушения, а также углекислотные огнетушители, песок и т. п. Для тушения пожаров в закрытых помещениях используется флегматизация атмосферы азотом или углекислым газом. Личный состав должен быть обеспечен изолирующими противогазами. В качестве химических средств пожаротушения рекомендуется применение сухих порошков на базе бикарбоната натрия или бикарбоната калия. **Воду для тушения пожаров АСКТ и СПГ использовать запрещается!!!** Ее использование необходимо для создания водяной завесы и орошения с целью защиты окружающих объектов и близко расположенных резервуаров с продуктом от теплового воздействия пламени.
- Необходимо изыскать возможности перекрытия подачи горючего к местам возникновения пожара. Возможность этого должна быть учтена при проектировании.

- **3** В настоящее время разработана и представлена в работе технология проведения операций по обеспечению безопасности и сохранения кондиций топлива при наливке транспортных средств АСКТ и СПГ, их перевозки, переливов топлив, хранения топлив и заправки летательных аппаратов, исследованы вопросы промышленной безопасности при проведении технологических операций, даны рекомендации. Подробный анализ причин и факторов, влияющих на изменение кондиции СПГ, как многокомпонентного криогенного топлива, в процессе его хранения в заправочных системах, позволил разработать мероприятия, позволяющие обеспечить длительное безопасное хранение этого топлива без нарушения его кондиции.
- Проведение грамотной технологической подготовки оборудования к заправке АСКТ и СПГ обеспечивает безопасность работ.

- **4** Проведенный анализ физико-химических свойств, аварий и аварийных ситуаций за длительный период, происшедших при эксплуатации СУГ и СПГ позволил выявить их причины и разработать мероприятия по их резкому сокращению.
- Анализ причин аварий, а также опыт эксплуатации этих топлив, позволяет сделать вывод о возможности в настоящее время с достаточной надежностью приступить к опытно-конструкторским работам по внедрению сжиженных нефтяных и природных и газовых топлив (АСКТ и СПГ) в авиацию и обеспечить их безопасную эксплуатацию.

Газодизельный трактор МТЗ-82, работающий на СПГ и КПГ



Газодизельный трактор МТЗ-82, работающий на СПГ



Газодизельный трактор К-701, работающий на с СПГ



Газодизельный трактор К-701, работающий на СПГ с дисковой бороной



**10 ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ СТОИМОСТИ ДОРАБОТКИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ
МЕСТНОГО РЕГИОНАЛЬНОГО АЭРОДРОМА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ
САМОЛЕТОВ (ВЕРТОЛЕТОВ) НА СЖИЖЕННОМ НЕФТЯНОМ ГАЗЕ (АСКТ)**

№ п/п	Наименование	Стоимость млн руб.	Примечание
1	2	3	4
1	Хранилище-накопитель на базе цилиндрических резервуаров V=150 м ³ ,	15	1 шт.–7,5 млн руб.
2	Транспортировщики-заправщики общим объемом 30 м ³ с насосным агрегатом (типа ТЗА)	13,6	1 шт. – 6,8 млн руб.
3	Установка получения газообразного азота методом мембранных технологий (передвижной вариант)	18	
4	Приборное обеспечение и система дистанционного управления заправкой	14	
5	Заправочные колонки.	0,8	1 шт. – 0,4 млн руб.
6	Доработка хим. лаборатории аэродрома	10	
7	Устройство подвода и стыковки заправочных коммуникаций к летательному аппарату	4	
8	Дополнительные средства обслуживания летального аппарата	6	
9	Доработка средств противопожарной защиты (резервуар с водой, система орошения)	2,1	
10	Неучтенное технологическое оборудование	12,5	15% от п. 1-9
11	Транспортные расходы	2,4	2,5% от п. 1-10
12	Суммарная стоимость технологического оборудования	98,4	
13	Стоимость строительных работ	9,8	10% от п. 12
14	Монтажные работы	19,7	20% от п. 12
15	Технические системы (электроснабжение, связь, отопление, вентиляция)	5,9	60% от п. 13
16	Участие в монтаже, ПНР, испытаниях, сдаче в эксплуатацию, доработке документации	9,8	10% от п. 12

Итого: Стоимость создания комплекса – 143,6 млн рублей.

Примечание: В стоимость создания комплекса не включены научно-исследовательские работы, необходимые для внедрения АСКТ в авиацию. Для АСКТ в первые 3 года необходимы инвестиции в объеме ориентировочно 40 млн. рублей на теоретические и экспериментальные исследования процессов при хранении топлива в хранилище с целью сохранения кондиции и технологии заправки.

**11 ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ СТОИМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДОРАБОТКИ
МЕСТНОГО (РЕГИОНАЛЬНОГО) АЭРОДРОМА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ
САМОЛЕТОВ (ВЕРТОЛЕТОВ) НА СПГ**

№ п/п	Наименование	Стоимость в млн руб.	Примечание
	2	3	4
1			
1	Транспортировщик-заправщик СПГ на базе ПК-16.	42	1 шт. – 21млн. руб.
2	Хранилище-накопитель на базе криогенных резервуаров V=250 м ³	60	1 шт. -30 млн. руб.
3	Заправочные колонки с коммуникациями шт.	2	1 шт. – 1 млн. руб.
4	Установка получения газообразного азота методом мембранных технологий	18	
5	Приборное обеспечение и автоматизированная система управления	12	
6	Доработка хим. лаборатории аэродрома	12	
7	Устройство подвода и стыковки заправочных коммуникаций к летальному аппарату	7	
8	Дополнительные средства обслуживания летательного аппарата	6	
9	Средства противопожарной защиты	4	
10	Неучтенное технологическое оборудование	24,5	15% от п.1-9
11	Транспортные расходы	4,7	2,5% от п. 1-10
12	Суммарная стоимость технологического оборудования	192,2	
13	Стоимость строительных работ	19,2	10% от стоимости технологического оборудования (п.12)
14	Монтажные работы	38,4	20% от п. 12
15	Технические системы (электроснабжение, связь, отопление, вентиляция)	11,5	60% от п. 13
16	Монтаж, испытания, доработка документации, сдача в эксплуатацию,	19,2	10% от п. 12

Итого: Стоимость создания комплекса – 280,5 млн рублей.

Примечание: В стоимость создания комплекса не включены научно-исследовательские работы, на которые необходимы инвестиции в сумме ориентировочно 205 млн. рублей в течении первых 5 лет.

**12 ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ СТОИМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДОРАБОТКИ
ШТАТНОГО (ФЕДЕРАЛЬНОГО) АЭРОДРОМА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ
КРИОГЕННОЙ АВИАЦИИ НА СПГ**

№ п/п	Наименование	Стоимость млн руб.	Примечание
1	2	3	4
1	Установка получения СПГ, производительностью 12 т/ч с на базе холодильного цикла на смесях хладагента, с газотурбинным приводом, с размещением на аэродроме	450	Располагается на аэродроме
2	Изотермическое хранилище-накопитель с насыпной изоляцией и погружным насосом V=1000м ³ с трубопроводной связью с установкой получения СПГ	50	
3	Стационарная система заправки самолетов с трубопроводной связью с хранилищем-накопителем и двумя заправочными колонками	11,5	
4	Установка получения газообразного азота методом мембранных технологий с коммуникационными связями	18	
5	Доработка хим. лаборатории аэродрома	12	
6	Автоматизированная система управления комплексом	25	
7	Устройство подвода и стыковки коммуникаций к стыковочному узлу баков самолетов	7	
8	Система водяного орошения с резервуаром воды и двумя насосами (противопожарная защита)	8	
9	Дополнительные средства обслуживания самолета	6	
10	Приборное обеспечение	7	
11	Противопожарная система водяной защиты оборудования	20	
12	Неучтенное технологическое оборудование	92,2	5% от п.1-11
13	Транспортные расходы	15,4	2,5% от п.1-12
14	Суммарная стоимость технологического оборудования	722,1	
15	Стоимость строительных работ	72,2	10% от п.14
16	Монтажные работы	144,4	20% от п. 14
17	Технические системы (электроснабжение, связь, отопление, вентиляция)	43,3	60% от п.14
18	Участие в монтаже, ПНР, испытаниях, сдаче в эксплуатацию, доработке документации	72,2	10% от п. 14

Итого: Стоимость создания комплекса – 1054,2 млн рублей.

Примечание: В стоимость создания комплекса не включены научно-исследовательские работы, на которые необходимы инвестиции в сумме ориентировочно 140 млн. рублей в течении первых 6 лет на II этапе работ.

**13. ОРИЕНТИРОВОЧНАЯ СТОИМОСТЬ УСТАНОВКИ ПОЛУЧЕНИЯ СПГ,
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 3 т/ч.**

№ п/п	Наименование	Стоимость млн руб.	Примечание
1	2	3	4
1	Установка получения СПГ, производительностью 3 т/ч с теплообменным и детандерным оборудованием, блоком очистки и осушки и дожимающим компрессором.	81	По данным завода-изготовителя
2	Строительная часть с техническими системами	16	20% от стоимости оборудования установки
3	Монтаж и пусконаладка системы	16	20% от стоимости оборудования установки
4	Неучтенное оборудование	12	15% от стоимости оборудования п. 1-3
ИТОГО:		125	

**14 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОИМОСТИ СПГ, ПРОИЗВЕДЕННОГО НА УСТАНОВКЕ,
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 3 Т/Ч**

14.1 Годовые затраты на содержание оборудования, зданий и сооружений.

№п/п	Наименование	Стоимость, млн руб.	Примечание
1	2	3	4
1	Амортизация оборудования установки получения СПГ	12,5	10 лет эксплуатации
2	Текущий и капитальный ремонт оборудования установки	2,5	20% от п. 1
3	Содержание оборудования	1	8% от п. 1
4	Прочие расходы	0,6	5% от п. 1
5	Амортизация зданий и сооружений установки получения СПГ	0,8	20 лет эксплуатации
6	Текущий и капитальный ремонт строительной части	0,2	20% от п. 5
7	Содержание сантехники и технических систем	0,1	10% от п. 5
8	Прочие расходы	0,8	5% от п. 1-7
ИТОГО:		18,5	

14.2 Эксплуатационные годовые затраты

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Цена ед. изм., млн руб.	Сумма, млн руб.	Прим.
1	2	3	4	5	6	7
1	Численность обслуживающего персонала	чел	12	0,04 в месяц	5,8	
2	Отчисления в бюджет				2,3	40% от п. 1
3	Природный газ	млн м ³	52	3	156	
4	Цеолит	т	20	0,08	1,6	
5	Уголь МКС	т	1,8	0,6	1,1	
6	Электроэнергия	МВт ч	320	0,004	1,3	
7	Охлаждающая вода	м ³	25	0,05	1,2	
8	Неучтенные затраты				16,9	10% от п. 1-6
ИТОГО:					186,2	

14.3 Расчет стоимости СПГ

№ п/п	Наименование	Сумма млн руб.	Примечание
1	2	3	4
1	Приведенные годовые кап. затраты на установку	19	
2	Годовые эксплуатационные расходы	186	
3	Годовые суммарные расходы	194	
4	Годовая производительность установки, т	21600	
5	Себестоимость 1 т СПГ	9,5	
6	Планируемая годовая прибыль	41	20% от п. 3
7	Годовые отчисления НДС	36,9	18% от п. 3, 6
8	Годовая стоимость СПГ	282,9	
9	Стоимость 1 т СПГ	0,013	

Стоимость 1 т СПГ -13 тыс. руб.

Примечание: При расчете стоимости СПГ была заложена только стоимость ожиженного СПГ. Неожигенная часть газа подается обратно в сеть.

**15 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОИМОСТИ СПГ, ПРОИЗВОДИМОГО НА УСТАНОВКЕ,
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 12 Т/Ч НА ШТАТНОМ АЭРОДРОМЕ ГРАЖДАНСКОЙ
АВИАЦИИ**

**15.1 Годовые затраты на содержание оборудования,
зданий и сооружений**

№ п/п	Наименование	Стоимость млн руб.	Примечание
1	2	3	4
1	Амортизация оборудования установки получения СПГ	45	10 лет эксплуатации
2	Текущий и капитальный ремонт оборудования установки	9	20% от п. 1
3	Содержание оборудования	3,6	8% от п. 1
4	Прочие расходы	2,25	5% от п. 1
5	Амортизация зданий и сооружений установки получения СПГ	3,6	20 лет эксплуатации
6	Текущий и капитальный ремонт строительной части	0,7	20% от п. 5
7	Содержание сантехники и технических систем	0,35	10% от п. 5
8	Прочие расходы	0,36	10% от п. 5
ИТОГО:		64,9	

**15 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОИМОСТИ СПГ, ПРОИЗВОДИМОГО НА УСТАНОВКЕ,
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 12 Т/Ч НА ШТАТНОМ АЭРОДРОМЕ ГРАЖДАНСКОЙ
АВИАЦИИ**

**15.1 Годовые затраты на содержание оборудования,
зданий и сооружений**

№ п/п	Наименование	Стоимость млн руб.	Примечание
1	2	3	4
1	Амортизация оборудования установки получения СПГ	45	10 лет эксплуатации
2	Текущий и капитальный ремонт оборудования установки	9	20% от п. 1
3	Содержание оборудования	3,6	8% от п. 1
4	Прочие расходы	2,25	5% от п. 1
5	Амортизация зданий и сооружений установки получения СПГ	3,6	20 лет эксплуатации
6	Текущий и капитальный ремонт строительной части	0,7	20% от п. 5
7	Содержание сантехники и технических систем	0,35	10% от п. 5
8	Прочие расходы	0,36	10% от п. 5
ИТОГО:		64,9	

15.2 Эксплуатационные годовые затраты

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Цена ед. изм., млн руб.	Сумма, млн руб.	Прим.
1.	2	3	4	5	6	7
1	Численность обслуживающего персонала	чел	25	0,04 в месяц	12	
2	Отчисления в бюджет				4,8	40% от п. 1
3	Природный газ	млн. м ³	125	3	375	
4	Цеолит	т	80	0,079	6,3	
5	Уголь	т	4	0,6	2,4	
6	Электроэнергия	МВтч	2800	0,004	11,2	
7	Охлаждающая вода	м ³	25	0,05	1,2	
8	Неучтенные затраты				42	10% от п. 1-7
ИТОГО:					455	

15.3 Расчет стоимости СПГ

№ п/п	Наименование	Сумма млн руб.	Примечание
1	2	3	4
1	Приведенные годовые кап. затраты на установку	64,9	
2	Годовые эксплуатационные затраты	455	
3	Годовые суммарные расходы	519,9	
4	Годовая производительность установки, т	86400	
5	Себестоимость 1 т СПГ	0,006	
6	Планируемая годовая прибыль	104	20% от п. 3
7	Годовые отчисления НДС	112,3	18% от п. 3, 6
8	Годовая стоимость СПГ	736,2	
9	Стоимость 1 т СПГ	0,0085	

Стоимость одной тонны СПГ – 8,5 тыс. руб.

Примечание: 1. Ожижается до 100% подаваемого в установку природного газа.

2. Стоимость приведена для опытной установки.

17. ИНВЕСТИЦИИ НЕОБХОДИМЫЕ ПРИ СОЗДАНИИ АЭРОДРОМНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ОПЫТНУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ КРИОГЕННЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА СПГ

№ П/П	Наименование работ	Инвестиции млн. рублей (цены 2011 г)										Всего
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
I Этап												
1	Создание сертификационного центра испытаний (техническая база) топлива СПГ аэродромного оборудования и агрегата, обеспечивающего полеты криогенных летательных аппаратов (в части наземной инфраструктуры)	40	75	40	25	20						200
2	Доработка штатной установки получения СПГ, производительностью 3 т/ч	20	34	27								81
3	Дооборудование опытного аэродрома (Раменское) для проведения испытательных полетов криогенной авиации	45	115	120								280
4	Оснащение 2 ^х аэродромов оборудованием, обеспечивающем опытную эксплуатацию самолетов на СПГ	-	100	100	200	70						470
II Этап												
	Наименование работ	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Всего
5	Оснащение трех «малых» региональных аэродромов с наземной инфраструктурой, обеспечивающей полеты криогенной авиации	100	150	200	160	90						700
6	Разработка и создание опытного образца блочно-модульной установки получения СПГ, производительностью 12 т/ч	-	-	50	60	100	170	160				540

	Наименование работ	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Всего
7	Разработка комплексного проекта оснащения крупных федеральных аэродромов, средствами, обеспечивающими полеты криогенной авиации	--	-	10	12	13	15					50
8	Доработка Сосногорского и Оренбургского газоперерабатывающих заводов для производства СПГ	10	10	10								30

III Этап

	Наименование работ	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	Всего
9	Дооборудование головного опытного федерального аэродрома штатным стационарным комплектом оборудования, обеспечивающего до 7 полетов в сутки криогенных самолетов с отработкой серийной документации, отработка оборудования	-	90	164	200	200	200	200				1054
10	Переоборудование трех корупных аэродромов (аэропортов) федерального значения для эксплуатации криогенных самолетов				300	350	350	360	400	450-	490	2 700

ИНВЕСТИЦИИ

Годы	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Итого	105	3249	287	335	250	270	232	293	349	660	550	550	560	400	450	490

Итого общая сумма 6105 млн. рублей

18. ИНВЕСТИЦИИ, НЕОБХОДИМЫЕ, ПРИ СОЗДАНИИ АЭРОДРОМНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ОПЫТНУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА АСКТ

№ п/п	Наименование работ	Инвестиции млн. рублей (цены 2011 г)										Всего
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
I Этап												
1	Создание сертификационного центра испытаний(техническая база) топлива АСКТГ аэродромного оборудования, обеспечивающего полеты летательных аппаратов на нефтяном сжиженном газе (в части наземной инфраструктуры)	25	50	50	25							150
2	Доработка опытного штатного аэродрома (Раменское) для проведения испытательных полетов газовых летательных аппаратов	45	60	40								145
3	Оснащение 2 ^х аэродромов регионального назначения оборудованием, обеспечивающем опытную эксплуатацию летательных аппаратов на АСКТ	-	-	60	90	100	40					290
II Этап												
4	Оснащение 3 ^х аэродромов регионального назначения оборудованием, обеспечивающем опытную эксплуатацию летательных аппаратов на АСКТ	-			80	100	100	110	70			450
	Итого	70	110	150	195	200	140	110	70			1035